

PAT-NO: JP02001294965A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP **2001294965** A

TITLE: ALUMINUM ALLOY SHEET EXCELLENT IN CRUSHABILITY AND
METHOD FOR PRODUCING PART USING THE SAME

PUBN-DATE: October 26, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
AONO, MASAMICHI	N/A
TAKAGI, YASUO	N/A
TAKEZOE, OSAMU	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TOYOTA MOTOR CORP	N/A
KOBE STEEL LTD	N/A

APPL-NO: JP2000110884

APPL-DATE: April 12, 2000

INT-CL (IPC): C22C021/06, C22C021/02 , C22F001/05 , C22F001/00

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an aluminum alloy sheet excellent in anti-crushability, processability into a complicated shape and having high strength, and to provide a method for producing parts using the same.

SOLUTION: This aluminum alloy sheet has a composition containing, by mass, 0.4 to 0.8% Si, 0.4 to 0.8% Mg, $\leq 0.3\%$ Fe and $\leq 0.3\%$ Mn, and the balance Al with inevitable impurities. The grain size in the sheet thickness direction of the crystal grains in the cross-section in the sheet thickness direction parallel to the rolling direction is defined as [rt], and the grain size in the rolling direction of the crystal grains is defined as [rl], the average value of [rt] is $\leq 100 \mu\text{m}$, and the average value of [rl]/[rt], i.e., is ratio between [rl] and [rt] is ≥ 2 . This aluminum alloy sheet is press-formed into a prescribed shape and is thereafter raised its strength to $\geq 230 \text{ MPa}$ by artificial aging treatment.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

DERWENT-ACC-NO: 2002-210554

DERWENT-WEEK: 200227

COPYRIGHT 2007 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Aluminum alloy plate for motor vehicle structural members, contains silicon, magnesium, iron, manganese and aluminum, and has specific crystal grain size along thickness direction

PATENT-ASSIGNEE: KOBE STEEL LTD[KOBM] , TOYOTA JIDOSHA KK[TOYT]

PRIORITY-DATA: 2000JP-0110884 (April 12, 2000)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP <u>2001294965</u> A	October 26, 2001	N/A	007	C22C 021/06

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP2001294965A	N/A	2000JP-0110884	April 12, 2000

INT-CL (IPC): C22C021/02, C22C021/06 , C22F001/00 , C22F001/05

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2001294965A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - An aluminum alloy plate (1) contains 0.4-0.8 mass% of each of silicon and magnesium, 0.3 mass% or less of each of iron and manganese, and remaining aluminum with unavoidable impurities. The grain size of crystal grain (g) along thickness direction (t) and along rolling direction (L) of alloy plate are set to rt' and rl' , respectively. The value of rt' is less than 100 μm and mean value of rl/rt is 2 or more.

DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for manufacture of aluminum alloy plate. Press forming of aluminum alloy plate is performed to obtain a predefined shape and artificial aging is carried out to form a structural member having resistance of more than 230 MPa.

USE - For motor vehicle structural members.

ADVANTAGE - The aluminum alloy plate has excellent press forming property, strength, collapsible property.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows position of grain structure in the aluminum alloy plate.

Aluminum alloy plate 1

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-294965

(P2001-294965A)

(43) 公開日 平成13年10月26日 (2001.10.26)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
C 2 2 C 21/06		C 2 2 C 21/06	
21/02		21/02	
C 2 2 F 1/05		C 2 2 F 1/05	
// C 2 2 F 1/00	6 0 2	1/00	6 0 2
	6 0 6		6 0 6

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-110884 (P2000-110884)

(22) 出願日 平成12年4月12日 (2000.4.12)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(71) 出願人 000001199

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号

(72) 発明者 青野 雅路

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100090158

弁理士 藤巻 正憲

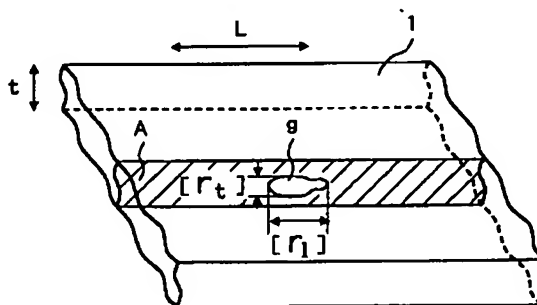
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧壊性に優れたアルミニウム合金板及びそれを使用した部材の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 複雑な形状に加工することができ、圧壊性に優れていると共に、高い強度を有する圧壊性に優れたアルミニウム合金板及びそれを使用した部材の製造方法を提供する。

【解決手段】 アルミニウム合金板は、Si: 0.4乃至0.8質量%、Mg: 0.4乃至0.8質量%、Fe: 0.3質量%以下、Mn: 0.3質量%以下を含有し、残部が不可避的不純物及びAlからなる組成を有し、圧延方向と平行な板厚方向断面における結晶粒の板厚方向の粒径を $[r_t]$ とし、結晶粒の圧延方向の粒径を $[r_l]$ とすると、 $[r_t]$ の平均値が $100\mu\text{m}$ 以下であると共に、 $[r_l]$ と $[r_t]$ との比 $[r_l]/[r_t]$ の平均値が2以上である。このアルミニウム合金板を所定の形状にプレス成形した後、人工時効処理して耐力を230MPa以上とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 Si: 0.4乃至0.8質量%、Mg: 0.4乃至0.8質量%、Fe: 0.3質量%以下、Mn: 0.3質量%以下を含有し、残部が不可避的不純物及びAlからなる組成を有し、圧延方向と平行な板厚方向断面における結晶粒の板厚方向の粒径を $[r_t]$ とし、前記結晶粒の前記圧延方向の粒径を $[r_l]$ とするとき、 $[r_t]$ の平均値が $100\mu\text{m}$ 以下であると共に、前記 $[r_l]$ と前記 $[r_t]$ との比 $[r_l]/[r_t]$ の平均値が2以上であることを特徴とする圧壊性に優れたアルミニウム合金板。

【請求項2】 Si: 0.4乃至0.8質量%、Mg: 0.4乃至0.8質量%、Fe: 0.3質量%以下、Mn: 0.3質量%以下を含有し、残部が不可避的不純物及びAlからなる組成を有し、圧延方向と平行な板厚方向断面における結晶粒の板厚方向の粒径を $[r_t]$ とし、前記結晶粒の前記圧延方向の粒径を $[r_l]$ とするとき、 $[r_t]$ の平均値が $100\mu\text{m}$ 以下であると共に、前記 $[r_l]$ と前記 $[r_t]$ との比 $[r_l]/[r_t]$ の平均値が2以上であるアルミニウム合金板を所定の形状にプレス成形した後、人工時効処理を施し、耐力が230MPa以上である部材を製造することを特徴とする圧壊性に優れたアルミニウム合金部材の製造方法。

【請求項3】 Si: 0.4乃至0.8質量%、Mg: 0.4乃至0.8質量%、Fe: 0.3質量%以下、Mn: 0.3質量%以下を含有し、残部が不可避的不純物及びAlからなる組成を有するアルミニウム合金板を所定の形状にプレス成形した後、人工時効処理を施し、圧延方向と平行な板厚方向断面における結晶粒の前記板厚方向の粒径を $[r_t]$ とし、前記結晶粒の前記圧延方向の粒径を $[r_l]$ とするとき、 $[r_t]$ の平均値が $100\mu\text{m}$ 以下であると共に、前記 $[r_l]$ と前記 $[r_t]$ との比 $[r_l]/[r_t]$ の平均値が2以上であり、耐力が230MPa以上である部材を製造することを特徴とする圧壊性に優れたアルミニウム合金部材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は自動車のサイドメンバー等に使用される圧壊性に優れたアルミニウム合金板及びそれを使用した部材の製造方法に関し、特に、成形性が優れ、且つ強度が高く、衝突等により衝撃が加わったときに破断せずに変形しやすい圧壊性に優れたアルミニウム合金板及びそれを使用した部材の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近時、自動車の骨格部材及び外板パネル材には、軽量化の要求により鋼材に替わってアルミニウム合金材の使用が検討されつつある。

【0003】アルミニウム合金材の中でも、耐食性及び成形性のいずれについても、比較的良好なJIS 60

00系アルミニウム合金が注目されており、この6000系アルミニウム合金の押出し型材を使用したフレーム構造が検討されている。また、6000系アルミニウム合金からなる板材が自動車の外板パネルに採用されつつある。

【0004】しかし、自動車の外観の多様化及び居住スペースの増加の要求等から、自動車の制約された空間内に部材を配置しなければならなくなっている。その反面、安全面での基準も厳しくなっており、従来以上に衝突時の衝撃を吸収するように部材には圧壊性の向上も求められている。

【0005】従って、狭いスペースに高い圧壊性を有する部材を配置しなければならなくなっており、複雑な形状に加工することができ、且つ高い強度を有し、更に圧壊性にも優れた自動車用部材が必要とされている。

【0006】自動車用部材として使用されている6000系アルミニウム合金材としては、例えば、自動車のパネル材として使用されるアルミニウム合金板材が特開昭62-278245号公報に開示されている。また、自動車のフレームに使用される押出し材が特開平6-25783号公報及び特開平9-256096号公報に開示されている。

【0007】また、Mg及びSiを含むアルミニウム合金の凝固速度を制御して晶出物の形状を制御し、耐衝撃性を高めたアルミニウム合金板が特開平9-263869号公報に開示されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述の特開平6-25783号公報及び特開平9-256096号公報に開示されている押出し材は衝撃吸収性が優れているものの、押出し材は形状の制約があり、押出した後、更に複雑な形状の部材に加工することが困難であるという問題点がある。

【0009】一方、特開昭62-278245号公報に開示されているパネル材に使用されるアルミニウム合金板材を使用して成形した自動車部材では、圧壊性が十分ではないという問題点がある。このように、自動車部材として、適性なアルミニウム合金材はこれまで存在しなかった。

【0010】また、特開平9-263869号公報に開示されているアルミニウム合金板は、熱間圧延加工後に冷間加工を施すものであり、結晶粒は等軸粒になっている。従って、衝撃時にアルミニウム合金板にかかる荷重をうまく分散することができないため、充分な圧壊性が得られないという問題点がある。

【0011】本発明はかかる問題点を鑑みてなされたものであって、複雑な形状に加工することができ、圧壊性が優れていると共に、高い強度を有する圧壊性に優れたアルミニウム合金板及びそれを使用した部材の製造方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本願第1発明に係る圧壊性に優れたアルミニウム合金板は、Si:0.4乃至0.8質量%、Mg:0.4乃至0.8質量%、Fe:0.3質量%以下、Mn:0.3質量%以下を含有し、残部が不可避的不純物及びAlからなる組成を有し、圧延方向と平行な板厚方向断面における結晶粒の板厚方向の粒径を $[r_t]$ とし、前記結晶粒の前記圧延方向の粒径を $[r_l]$ とすると、 $[r_t]$ の平均値が $100\mu\text{m}$ 以下であると共に、前記 $[r_l]$ と前記 $[r_t]$ との比 $[r_l]/[r_t]$ の平均値が2以上であることを特徴とする。圧壊性とは、部材に衝撃が加わったときに、部材が破断等を起こさずに衝撃を吸収しながら、変形する特性のことをいう。

【0013】本願第2発明に係る圧壊性に優れたアルミニウム合金部材の製造方法は、Si:0.4乃至0.8質量%、Mg:0.4乃至0.8質量%、Fe:0.3質量%以下、Mn:0.3質量%以下を含有し、残部が不可避的不純物及びAlからなる組成を有し、圧延方向と平行な板厚方向断面における結晶粒の板厚方向の粒径を $[r_t]$ とし、前記結晶粒の前記圧延方向の粒径を $[r_l]$ とすると、 $[r_t]$ の平均値が $100\mu\text{m}$ 以下であると共に、前記 $[r_l]$ と前記 $[r_t]$ との比 $[r_l]/[r_t]$ の平均値が2以上であるアルミニウム合金板を所定の形状にプレス成形した後、人工時効処理を施し、耐力が230MPa以上である部材を製造することを特徴とする。

【0014】本願第3発明に係る圧壊性に優れたアルミニウム合金部材の製造方法は、Si:0.4乃至0.8質量%、Mg:0.4乃至0.8質量%、Fe:0.3質量%以下、Mn:0.3質量%以下を含有し、残部が不可避的不純物及びAlからなる組成を有するアルミニウム合金板を所定の形状にプレス成形した後、人工時効処理を施し、圧延方向と平行な板厚方向断面における結晶粒の前記板厚方向の粒径を $[r_t]$ とし、前記結晶粒の前記圧延方向の粒径を $[r_l]$ とすると、 $[r_t]$ の平均値が $100\mu\text{m}$ 以下であると共に、前記 $[r_l]$ と前記 $[r_t]$ との比 $[r_l]/[r_t]$ の平均値が2以上であり、耐力が230MPa以上である部材を製造することを特徴とする。

【0015】本発明においては、アルミニウム合金の組成及び結晶粒の形態を適切に制御することにより、前述の本発明の課題を解決したものである。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明について詳細に説明する。本発明においては、特許請求の範囲の組成と結晶粒の形態を有するアルミニウム合金板を、自動車用骨格部材のような所定の形状にプレス成形し、その後、人工時効処理して耐力が230MPa以上である部材を製造する。これにより、プレス成形時は耐力が低くて成形し

やすく、プレス成形後に人工時効処理を施して耐力を向上させることにより所定の強度を得ることができる。また、本発明においては、結晶粒の形態はプレス成形が人工時効処理前ではなく、その後に所定の範囲に入ればよい。

【0017】以下、上述の本発明の圧壊性に優れたアルミニウム合金板の組成及び結晶粒形態の限定理由並びに本発明の圧壊性に優れたアルミニウム合金部材の製造方法における数値限定理由について詳細に説明する。

10 【0018】Si:0.4乃至0.8質量%

Siは時効処理時にMgと共に、 Mg_2Si 等の化合物相を形成し、この化合物相が析出して強度を高める。しかし、 Mg_2Si 等の化合物相及びSi相は casting 時及び溶体化焼入れ処理時に、粗大な粒子として晶出又は析出して微小な破壊の起点として働くため、圧壊性を大きく低下させる。

20 【0019】また、この晶出及び析出状態はSiの含有量に依存する。Siの含有量が0.4質量%未満では十分な強度を得ることができない。一方、Siの含有量が0.8質量%を超えると、casting 時及び焼入れ処理時に粗大粒子として晶出又は析出し、圧壊性が著しく低下する。従って、Siの含有量は0.4乃至0.8質量%とする。

【0020】Mg:0.4乃至0.8質量%

30 Mgは時効処理時にSiと共に、 Mg_2Si 等の化合物相を形成し、この化合物相が析出して強度を高める。しかし、 Mg_2Si 等の化合物相は casting 時及び溶体化焼入れ処理時に、粗大な粒子として晶出又は析出して微小な破壊の起点として働くため、圧壊性を大きく低下させる。

【0021】また、この晶出状態又は析出状態はMgの含有量に依存する。Mgの含有量が0.4質量%未満では、十分な強度を得ることができない。一方、Mgの含有量が0.8質量%を超えると、casting 時及び焼入れ処理時に粗大粒として晶出又は析出し、圧壊性が著しく低下する。従って、Mgの含有量は0.4乃至0.8質量%とする。

【0022】Fe:0.3質量%以下、Mn:0.3質量%以下

40 Fe及びMnは均質化熱処理時に分散粒子を形成し、結晶粒を微細且つ伸長粒化させ、これにより圧壊性の向上に寄与する。しかし、Fe及びMnが過剰に添加されると粗大な化合物相を形成し、この化合物相が微小な破壊の起点として働くため、成形性を低下させると共に、圧壊性も低下させる。従って、Feの含有量を0.3質量%以下とし、Mnの含有量を0.3質量%以下とする。

50 【0023】圧延方向と平行な板厚方向断面における結晶粒の板厚方向の粒径を $[r_t]$ とし、結晶粒の圧延方向の粒径を $[r_l]$ とすると、 $[r_t]$ の平均値が $100\mu\text{m}$ 以下

図1は本発明の結晶粒組織の位置を示す模式図である。図1に示すように、アルミニウム合金板1の圧延方向Lと平行な板厚方向断面をAとする。この断面Aにおいて、1つの結晶粒gの板厚方向tにおける結晶粒径を $[r_t]$ とし、圧延方向Lにおける結晶粒径を $[r_l]$ とする。JIS 6000系アルミニウム合金(A1-Mg-Si系合金)においては、人工時効処理を加えた場合に、結晶粒界に粗大に析出した粒界析出物及び結晶粒界に沿って形成された無析出物帯(以下、PFZ: Precipitation Free Zoneという)が微小な破壊の起点及び破壊の伝播を助長する点として働くため、粒界に沿って破壊が進展しやすい。従って、これらの粒界析出及びPFZの状態と共に、結晶粒形態も圧壊性に大きく影響する。即ち、板厚方向tにおける結晶粒径 $[r_t]$ が $100\mu\text{m}$ を超える粗大な結晶粒が存在する場合には、この粒界に沿って板厚方向tに破壊が進展しやすくなり、圧壊性が低下する。従って、圧延方向と平行な板厚方向断面における $[r_t]$ の平均値は $100\mu\text{m}$ 以下とする。

【0024】 $[r_l]/[r_t]$ の平均値: 2以上
圧延方向と平行な方向の断面における $[r_l]/[r_t]$ の平均値は大きい方が望ましい。しかし、 $[r_l]/[r_t]$ の平均値が2以上であれば良好な圧壊性を具備させることができる。従って、 $[r_l]/[r_t]$ の平均値を2以上とする。なお、本発明の結晶粒組織は、圧延及び溶体化処理後に生じたものであり、押し出し材で生じるような繊維状組織とは異なる。

【0025】人工時効処理後の耐力が230MPa以上
形状が複雑な部材を成形するためには、プレス成形する前に耐力が低い方が好ましい。一方、自動車骨格部材等として使用する部材としては、所定の強度が必要のため、プレス成形後に人工時効処理を施し、耐力を230MPa以上とする。

【0026】なお、人工時効処理の条件は結晶粒径及び耐力が本発明の範囲を満たすような条件であれば、特に、制限されるものではなく、当業者が適宜選択することができ、 180°C 乃至 230°C の温度範囲で1乃至10時間処理することが好ましい。

【0027】

【実施例】以下、本発明の圧壊性に優れたアルミニウム合金板及び本発明方法により製造した圧壊性に優れたアルミニウム合金部材の実施例について、その特性を比較例と比較して具体的に説明する。

【0028】先ず、下記表1に示す化学組成を有するアルミニウム合金を溶解鋳造した後、 540°C の温度で4時間の条件で均質化処理を施し、そのまま引き続いて終了温度が 260°C 乃至 320°C で、圧延上がりの板厚が 2.5mm となるように熱間圧延を行ない、更に、 $100^\circ\text{C}/\text{分}$ 以上の加熱速度で加熱し、 520 乃至 550°C の温度で4秒以内保持した後、 $100^\circ\text{C}/\text{分}$ 以上の冷却

速度で常温まで冷却し溶体化焼入れした。なお、本発明の結晶粒の形態とするためには、熱間圧延の条件(熱間加工の加工率又は終了温度等)を適宜選択すればよく、例えば熱間圧延の圧延率が95%を超える場合には、熱間圧延終了温度を 260 乃至 350°C とすればよい。また、比較例No.10及び11は熱間圧延した後、上述の溶体化焼入れ処理を施し、更に、熱処理圧延率50%の冷間圧延を施し、厚さが 2.5mm のアルミニウム合金板とした。比較例No.14は熱間圧延終了温度を 380°C として圧延を行なった。比較例No.15は 500°C 未満の温度で均質化処理を行なった。

【0029】このアルミニウム合金板について、結晶組織を観察し、圧壊性及び耐力を調べた。更に、自動車骨格部材として通常要求される溶接性について調べた。

【0030】結晶粒組織は、図1に示すように、製造したアルミニウム合金板1の圧延方向Lと平行な板厚方向断面Aに電解エッチングを施した後、光学顕微鏡を使用して、50倍の倍率で板厚 $\times 0.1\text{mm}$ の範囲を10視野観察し、この断面Aの板厚方向tにおける $[r_t]$ の平均値を測定した。更に、この断面Aの圧延方向Lにおける結晶粒径と板厚方向tにおける結晶粒径との比 $[r_l]/[r_t]$ の平均値を測定した。このアルミニウム合金板の結晶粒径 $[r_t]$ 及び結晶粒径比 $[r_l]/[r_t]$ を表2に示す。

【0031】プレス成形性については、直径が 220mm の上述の人工時効処理を施す前のアルミニウム合金板(ブランク)を使用し、直径が 100mm でパンチ角半径が 10mm の円筒ボンチにより絞り高さを 22mm として成形試験を行い、プレス成形性を評価した。プレス成形性の評価については、成形可能であったものを○、ネッキング又は割れが発生したものを×とした。

【0032】圧壊性とは、自動車の衝突等の衝撃的な荷重が加わったときに、部材に割れが生じることなく変形する特性であり、圧壊性が良好な部材は割れが生じることなく蛇腹状に変形することである。即ち、部材がほぼ 180° に折りたたんだような形態に変形することである。従って、静的な 180° 曲げ試験により圧壊性の評価が可能である。

【0033】本実施例では、曲げ半径が 2mm の 180° 曲げ試験を行ない、圧壊性を評価した。圧壊性の評価については、割れが生じなかったものを○とし、破断したものを×とした。

【0034】耐力については、JIS Z2241に基づいて引張試験を行い、0.2%耐力を求め、これを耐力とした。なお、圧壊性の評価及び引張試験を行う前に試験片に 190°C の温度で2時間の条件で熱処理を施した。

【0035】溶接性については、各供試材毎に溶接電流が 180A 、溶接電圧が 23V 、溶接速度が $85\text{cm}/\text{分}$ の条件で突き合わせ溶接を行ない、その後溶接部断面

の光学顕微鏡観察を行ないマイクロ割れの有無を調べ、これを評価した。溶接性の評価については、マイクロ割れのない良好な継手が得られたものを○とし、マイクロ割れが*

*発生したものを×とした。これらの結果を表3に示す。

【0036】

【表1】

	合金		化学成分(質量%)					
	No.	Mg	Si	Mn	Fe	Ti	Al	
実施例	1	0.6	0.6	0.2	0.2	0.02	Bal.	
	2	0.6	0.8	0.2	0.2	0.02	Bal.	
	3	0.8	0.4	0.3	0.2	0.02	Bal.	
	4	0.4	0.6	0.2	0.2	0.02	Bal.	
	5	0.8	0.8	0.1	0.2	0.02	Bal.	
比較例	6	0.6	1.0	0.2	0.2	0.02	Bal.	
	7	0.6	0.2	—	0.2	0.02	Bal.	
	8	0.3	0.8	0.2	0.2	0.02	Bal.	
	9	0.6	0.6	0.5	0.2	0.02	Bal.	
	10	1.0	0.6	0.2	0.2	0.02	Bal.	
	11	0.6	0.6	0.2	0.5	0.02	Bal.	

【0037】

【表2】

	No.	合金 No.	冷間 圧延	結晶粒組織	
				[r_p]の平均値 (μm)	[r_p]/[r_t] の平均値
実施例	1	1	無し	65	3.6
	2	2	無し	60	4.0
	3	3	無し	30	5.2
	4	4	無し	55	3.5
	5	5	無し	90	2.5
比較例	6	6	無し	65	3.0
	7	7	無し	150	1.7
	8	8	無し	55	2.8
	9	9	無し	20	7.5
	10	1	有り	40	1.5
	11	4	有り	45	1.3
	12	10	無し	85	2.8
	13	11	無し	40	6.0
	14	1	無し	145	1.8
	15	1	無し	60	2.8

【0038】

【表3】

※

	No.	評価結果			
		プレス 成形性	圧壊性	0.2%耐力 (MPa)	溶接性
実施例	1	○	○	270	○
	2	○	○	285	○
	3	○	○	255	○
	4	○	○	250	○
	5	○	○	290	○
比較例	6	○	×	280	×
	7	×	×	160	×
	8	×	○	175	○
	9	×	○	180	○
	10	○	×	265	○
	11	○	×	250	○
	12	×	×	250	○
	13	×	×	200	○
	14	○	×	250	○
	15	×	○	180	○

【0039】上記表3に示すように、本発明の範囲にある実施例No. 1乃至5は、成形試験、180°曲げ試験、0.2%耐力及び溶接性がいずれも良好な結果であり、優れたプレス成形性、圧壊性、強度及び溶接性を得ることができた。

※

【0040】一方、比較例No. 6はSiの含有量が本発明の上限値を超えているため、180°曲げ試験で割れ

が生じ、圧壊性が劣った。また、溶接性が劣った。

【0041】比較例No. 7はSiの含有量が本発明の下
 限値未満であるため、0.2%耐力が低く強度が不十分
 であった。また、 $[r_t]$ の平均値が本発明の上限値を
 超えているため、180°曲げ試験で割れが生じ、圧壊
 性が劣った。更に、 $[r_1]/[r_t]$ の平均値が本発明
 の下限値未満であるため、圧壊性が劣った。更にまた、
 溶接性が劣った。

【0042】比較例No. 8はMgの含有量が本発明の下
 限値未満であるため、0.2%耐力が低く強度が不十分
 であった。また、プレス成形性も劣った。

【0043】比較例No. 9はMnの含有量が本発明の上
 限値を超えているため、プレス成形性が劣った。

【0044】比較例No. 10はアルミニウム合金板の組
 成及び $[r_t]$ の平均値は本発明の範囲内にあるが、
 $[r_1]/[r_t]$ の平均値が本発明の下限値未満である
 ため、180°曲げ試験で割れが生じ、圧壊性が劣っ
 た。

【0045】比較例No. 11はアルミニウム合金板の組
 成及び $[r_t]$ の平均値は本発明の範囲内にあるが、
 $[r_1]/[r_t]$ の平均値が本発明の下限値未満である
 ため、180°曲げ試験で割れが生じ、圧壊性が劣っ
 た。

【0046】比較例No. 12はMgの含有量が本発明の
 上限値を超えているので、180°曲げ試験で割れが生
 じ、圧壊性が劣った。また、プレス成形性も劣った。

【0047】比較例No. 13はFeの含有量が本発明の

上限値を超えているので、180°曲げ試験で割れが生
 じ、圧壊性が劣った。また、0.2%耐力が低く強度が
 不十分であり、プレス成形性も劣った。

【0048】比較例No. 14は $[r_t]$ の平均値が本発明
 の上限値を超え、 $[r_1]/[r_t]$ の平均値が本発明の
 下限値未満であるため、180°曲げ試験で割れが生
 じ、圧壊性が劣った。

【0049】比較例No. 15は0.2%耐力が低く強度
 が不十分であり、プレス成形性が劣った。

【0050】

【発明の効果】以上詳述したように本発明においては、
 合金組成及び結晶粒の形態を適正に制御することによ
 り、自動車骨格部材に好適な優れたプレス成形性及び強
 度を有し、特に、圧壊性が優れたアルミニウム合金板を
 得ることができる。また、このアルミニウム合金板を使
 用することにより、従来にない高い強度を有し、圧壊性
 が優れた自動車骨格部材を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の結晶粒組織の位置を示す模式図であ
 る。

【符号の説明】

1；アルミニウム合金板

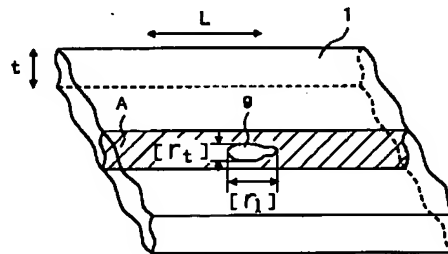
A；断面

L；圧延方向

g；結晶粒

t；板厚方向

【図1】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	ターコード' (参考)
C 22 F 1/00	6 2 3	C 22 F 1/00	6 2 3
	6 3 0		6 3 0 A
			6 3 0 Z
			6 3 0 B
	6 8 5		6 8 5 Z
	6 9 1		6 9 1 Z

(72)発明者 ▲高▼木 康夫
栃木県真岡市鬼怒ヶ丘15番地 株式会社神
戸製鋼所真岡製造所内

(72)発明者 竹添 修
栃木県真岡市鬼怒ヶ丘15番地 株式会社神
戸製鋼所真岡製造所内

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

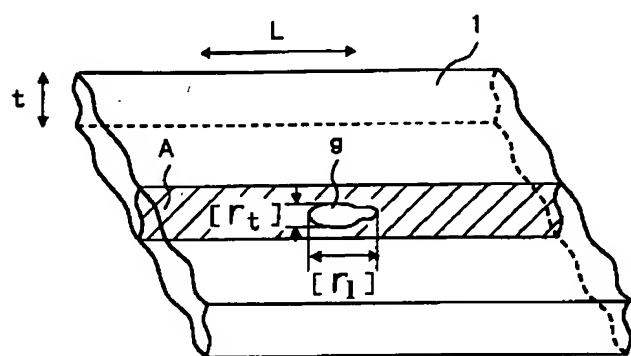
[Claim(s)]

[Claim 1] Si: 0.4 thru/or 0.8 mass %, Mg:0.4, or 0.8 mass % and below Fe:0.3 mass % Contain below Mn:0.3 mass % and it has the presentation which the remainder becomes from an unescapable impurity and aluminum. When setting particle size of the direction of board thickness of the crystal grain in the direction cross section of board thickness parallel to a rolling direction to [rt] and setting particle size of said rolling direction of said crystal grain to [rl], while the average of [rt] is 100 micrometers or less the ratio of the above [rl] and the above [rt] -- the aluminium alloy plate excellent in the collapse nature characterized by the average of [rl]/[rt] being two or more.

[Claim 2] Si: 0.4 thru/or 0.8 mass %, Mg:0.4, or 0.8 mass % and below Fe:0.3 mass % Contain below Mn:0.3 mass % and it has the presentation which the remainder becomes from an unescapable impurity and aluminum. When setting particle size of the direction of board thickness of the crystal grain in the direction cross section of board thickness parallel to a rolling direction to [rt] and setting particle size of said rolling direction of said crystal grain to [rl], while the average of [rt] is 100 micrometers or less the ratio of the above [rl] and the above [rt], after the average of [rl]/[rt] carries out press forming of the aluminium alloy plate which is two or more to a predetermined configuration The manufacture approach of an aluminium alloy member excellent in the collapse nature characterized by performing artificial-aging processing and manufacturing the member whose proof stress is 230 or more MPas.

[Claim 3] Si: 0.4 thru/or 0.8 mass %, Mg:0.4, or 0.8 mass % and below Fe:0.3 mass % Mn: After carrying out press forming of the aluminium alloy plate which has the presentation which below 0.3 mass % is contained and the remainder becomes from an unescapable impurity and aluminum to a predetermined configuration, When performing artificial-aging processing, setting particle size of said direction of board thickness of the crystal grain in the direction cross section of board thickness parallel to a rolling direction to [rt] and setting particle size of said rolling direction of said crystal grain to [rl], while the average of [rt] is 100 micrometers or less the ratio of the above [rl] and the above [rt] -- the manufacture approach of an aluminium alloy member excellent in the collapse nature characterized by manufacturing the member whose proof stress the average of [rl]/[rt] is two or more and is 230 or more MPas.

[Translation done.]



[Translation done.]

NOTICES

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the manufacture approach of the member which used the aluminium alloy plate and it which were excellent in the moldability and excellent in the collapse nature which is easy to deform, without fracturing when reinforcement is high and an impact is added by collision etc. especially about the manufacture approach of the member which used an aluminium alloy plate and it excellent in the collapse nature used for the side member of an automobile etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] Recently, steel materials are replaced by the demand of lightweight-izing, and use of aluminium alloy material is being considered by the frame member and skin panel material of an automobile.

[0003] JIS comparatively good about both corrosion resistance and a moldability also in aluminium alloy material The 6000 system aluminium alloy attracts attention and the frame structure which used the extrusion mold material of this 6000 system aluminium alloy is examined. Moreover, the plate which consists of a 6000 system aluminium alloy is being adopted as the skin panel of an automobile.

[0004] It must stop however, having to arrange a member in the space where the automobile was restrained from diversification of the appearance of an automobile, a demand of the increment in a habitation tooth space, etc. On the other hand, the criteria in a safety aspect are also severe, and the member is asked also for improvement in collapse nature so that the impact at the time of a collision may be absorbed more than before.

[0005] Therefore, it must stop having to arrange the member which has high collapse nature to a narrow tooth space, and a complicated configuration can be processed, and it has high reinforcement, and the member for automobiles which was further excellent also in collapse nature is needed.

[0006] As 6000 system aluminium alloy material currently used as a member for automobiles, the aluminium alloy plate used as panel material of an automobile is indicated by JP,62-278245,A, for example. Moreover, the extrusion material used for the frame of an automobile is indicated by JP,6-25783,A and JP,9-256096,A.

[0007] Moreover, the coagulation rate of the aluminium alloy containing Mg and Si is controlled, the configuration of a crystallization object is controlled, and the aluminium alloy plate which raised shock resistance is indicated by JP,9-263869,A.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, although the extrusion material currently indicated by above-mentioned JP,6-25783,A and above-mentioned JP,9-256096,A is excellent in impact absorptivity, extrusion material has constraint of a configuration, and after extruding, it has the trouble that it is difficult to process it into the member of a still more complicated configuration.

[0009] There is a trouble that collapse nature is not enough, in the road transport department material fabricated using the aluminium alloy plate used for the panel material currently indicated by JP,62-278245,A on the other hand. Thus, fitness aluminium alloy material did not exist as road transport department material until now.

[0010] Moreover, the aluminium alloy plate currently indicated by JP,9-263869,A performs cold working after hot rolling processing, and crystal grain is a homaxial grain. Therefore, since the load applied to an aluminium alloy plate at the time of an impact cannot be distributed well, there is a trouble that sufficient collapse nature is not obtained.

[0011] While this invention is made in view of this trouble, a complicated configuration can be processed and collapse nature is excellent, it aims at offering the manufacture approach of the member which used an aluminium alloy plate and it excellent in the collapse nature which has high reinforcement.

[0012]

[Means for Solving the Problem] The aluminium alloy plate excellent in the collapse nature concerning the 1st invention of this application Si: 0.4 thru/or 0.8 mass %, Mg:0.4, or 0.8 mass % and below Fe:0.3 mass % Contain

below Mn:0.3 mass % and it has the presentation which the remainder becomes from an unescapable impurity and aluminum. When setting particle size of the direction of board thickness of the crystal grain in the direction cross section of board thickness parallel to a rolling direction to [rt] and setting particle size of said rolling direction of said crystal grain to [rl], while the average of [rt] is 100 micrometers or less the ratio of the above [rl] and the above [rt] -- it is characterized by the average of [rl]/[rt] being two or more. When an impact joins a member, collapse nature means the deforming property, while a member absorbs an impact, without causing fracture etc.

[0013] The manufacture approach of an aluminium alloy member excellent in the collapse nature concerning the 2nd invention of this application Si: 0.4 thru/or 0.8 mass %, Mg:0.4, or 0.8 mass % and below Fe:0.3 mass % Contain below Mn:0.3 mass % and it has the presentation which the remainder becomes from an unescapable impurity and aluminum. When setting particle size of the direction of board thickness of the crystal grain in the direction cross section of board thickness parallel to a rolling direction to [rt] and setting particle size of said rolling direction of said crystal grain to [rl], while the average of [rt] is 100 micrometers or less the ratio of the above [rl] and the above [rt] -- after the average of [rl]/[rt] carries out press forming of the aluminium alloy plate which is two or more to a predetermined configuration, artificial-aging processing is performed and it is characterized by manufacturing the member whose proof stress is 230 or more MPas.

[0014] The manufacture approach of an aluminium alloy member excellent in the collapse nature concerning the 3rd invention of this application Si: 0.4 thru/or 0.8 mass %, Mg:0.4, or 0.8 mass % and below Fe:0.3 mass % Mn: After carrying out press forming of the aluminium alloy plate which has the presentation which below 0.3 mass % is contained and the remainder becomes from an unescapable impurity and aluminum to a predetermined configuration, When performing artificial-aging processing, setting particle size of said direction of board thickness of the crystal grain in the direction cross section of board thickness parallel to a rolling direction to [rt] and setting particle size of said rolling direction of said crystal grain to [rl], while the average of [rt] is 100 micrometers or less the ratio of the above [rl] and the above [rt] -- the average of [rl]/[rt] is two or more and it is characterized by manufacturing the member whose proof stress is 230 or more MPas.

[0015] In this invention, the technical problem of above-mentioned this invention is solved by controlling appropriately the presentation of an aluminium alloy, and the gestalt of crystal grain.

[0016]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, this invention is explained to a detail. In this invention, press forming of the aluminium alloy plate which has the presentation of a claim and the gestalt of crystal grain is carried out to a predetermined configuration like the frame member for automobiles, after that, artificial-aging processing is carried out and the member whose proof stress is 230 or more MPas is manufactured. Thereby, it is low at the time of press forming, proof stress tends to fabricate it, and predetermined reinforcement can be obtained by performing artificial-aging processing after press forming, and raising proof stress. Moreover, in this invention, as for the gestalt of crystal grain, press forming should just go into the predetermined range instead of before artificial-aging processing after that.

[0017] The reason for numerical limitation in the manufacture approach of an aluminium alloy member of having excelled in the reason list for limitation of the presentation of the aluminium alloy plate excellent in the collapse nature of above-mentioned this invention and a crystal grain gestalt hereafter at the collapse nature of this invention is explained to a detail.

[0018] Si: At the time of aging treatment, with Mg, form compound phases, such as Mg_2Si , this compound phase deposits, and 0.4 thru/or 0.8 mass %Si raise reinforcement. However, a compound phase and Si phases, such as Mg_2Si , reduce collapse nature greatly, in order to crystallize or deposit as a big and rough particle and to work as an origin of minute destruction at the time of casting and solution-ized hardening processing.

[0019] Moreover, it depends for this crystallization and a deposit condition on the content of Si. The content of Si cannot obtain reinforcement sufficient by under 0.4 mass %. On the other hand, if the content of Si exceeds 0.8 mass %, it will crystallize or deposit as a big and rough particle at the time of casting and hardening processing, and collapse nature will fall remarkably. Therefore, the content of Si is made into 0.4 thru/or 0.8 mass %.

[0020] Mg: At the time of aging treatment, with Si, form compound phases, such as Mg_2Si , this compound phase deposits, and 0.4 thru/or 0.8 mass %Mg raise reinforcement. However, in order that compound phases, such as Mg_2Si , may crystallize or deposit as a big and rough particle and may work as an origin of minute destruction at the time of casting and solution-ized hardening processing, they reduce collapse nature greatly.

[0021] Moreover, it depends for this crystallization condition or a deposit condition object on the content of Mg. The content of Mg cannot obtain sufficient reinforcement under by 0.4 mass %. On the other hand, if the content of Mg exceeds 0.8 mass %, it will crystallize or deposit as a big and rough grain at the time of casting and hardening processing, and collapse nature will fall remarkably. Therefore, the content of Mg is made into 0.4 thru/or 0.8 mass %.

[0022] below Fe:0.3 mass % and Mn:0.3 mass % -- Following Fe and Mn forms a particulate material at the time of homogenization heat treatment, and is detailed in crystal grain -- and expanding granulation is carried out and this

contributes to improvement in collapse nature. However, collapse nature is also reduced while reducing a moldability, in order that a big and rough compound phase may be formed and this compound phase may work as an origin of minute destruction, if Fe and Mn are added superfluously. Therefore, the content of Fe is made below into 0.3 mass %, and the content of Mn is made below into 0.3 mass %.

[0023] When setting particle size of the direction of board thickness of the crystal grain in the direction cross section of board thickness parallel to a rolling direction to [rt] and setting particle size of the rolling direction of crystal grain to [rl], it is the mimetic diagram in which, as for 100-micrometer or less drawing 1, the average of [rt] shows the location of the grain structure of this invention. As shown in drawing 1, the direction cross section of board thickness parallel to the rolling direction L of the aluminium alloy plate 1 is set to A. In this cross section A, the diameter of crystal grain in the direction t of board thickness of one crystal grain g is set to [rt], and the diameter of crystal grain in a rolling direction L is set to [rl]. JIS In a 6000 system aluminium alloy (aluminum-Mg-Si system alloy), when artificial-aging processing is added, in order that the non-sludge band (henceforth PFZ: Precipitation Free Zone) formed in the grain boundary along the grain boundary precipitate and the grain boundary which deposited big and rough may work as a point which promotes the origin of minute destruction, and propagation of destruction, destruction tends to progress along a grain boundary. Therefore, a crystal grain gestalt also influences collapse nature greatly with the condition of these grain boundary deposits and PFZ. That is, when the big and rough crystal grain with which the diameter of crystal grain in the direction t of board thickness [rt] exceeds 100 micrometers exists, destruction becomes easy to progress in the direction t of board thickness along this grain boundary, and collapse nature falls. Therefore, the average of [rt] in the direction cross section of board thickness parallel to a rolling direction is set to 100 micrometers or less.

[0024] The average of [rl]/[rt]: The larger one of the average of [rl]/[rt] in the cross section of a direction parallel to or more 2 rolling direction is desirable. However, with [the average of [rl]/[rt]] two [or more], good collapse nature can be made to provide. Therefore, the average of [rl]/[rt] is made or more into two. In addition, the grain structure of this invention differs from fibrous structure which is generated after rolling and solution treatment and is generated in extrusion material.

[0025] In order for the proof stress after artificial-aging processing to fabricate a member with a complicated 230 or more MPas configuration, before carrying out press forming, the one where proof stress is lower is desirable. On the other hand, as a member used as an automobile frame member etc., since predetermined reinforcement is required, artificial-aging processing is performed after press forming, and proof stress is set to 230 or more MPas.

[0026] In addition, if the conditions of artificial-aging processing are conditions with which the diameter of crystal grain and proof stress fill the range of this invention, it is desirable 1 thru/or for it not to be restricted, and for this contractor to be able to choose suitably and to process especially, in the temperature requirement which are 180 degrees C thru/or 230 degrees C for 10 hours.

[0027]

[Example] The property is concretely explained as compared with the example of a comparison about the example of the aluminium alloy member excellent in the collapse nature hereafter manufactured by an aluminium alloy plate and this invention approach excellent in the collapse nature of this invention.

[0028] After carrying out dissolution casting of the aluminium alloy which has the chemical composition shown in the following table 1, it homogenizes on the conditions of 4 hours with the temperature of 540 degrees C. Termination temperature succeeding as it is first, at 260 degrees C thru/or 320 degrees C It hot-rolled so that the board thickness of a rolling riser might be set to 2.5mm, and further, it heated with the above heating rate by 100-degree-C/, and after holding less than 4 seconds at 520 thru/or the temperature of 550 degrees C, it cooled and solution-ization-hardened to ordinary temperature with the above cooling rate by 100-degree-C/. In addition, what is necessary is just to make hot rolling termination temperature into 260 thru/or 350 degrees C that what is necessary is just to choose suitably the conditions (working ratio or termination temperature of hot working etc.) of hot rolling, when the reduction of sectional area of hot rolling exceeds 95% in order to consider as the gestalt of the crystal grain of this invention. Moreover, it reached example No. of comparison 10, and after 11 hot-rolled, it performed above-mentioned solution-ized hardening processing, performed cold rolling of 50% of heat treatment reduction of sectional area further, and was taken as the aluminium alloy plate whose thickness is 2.5mm. Example No. of comparison 14 rolled out by making hot rolling termination temperature into 380 degrees C. Example No. of comparison 15 homogenized at the temperature of less than 500 degrees C.

[0029] About this aluminium alloy plate, it gazed at the crystalline structure and collapse nature and proof stress were investigated. Furthermore, it investigated about the weldability usually demanded as an automobile frame member.

[0030] As shown in drawing 1, after the grain structure gave electrolytic etching to the direction cross section A of board thickness parallel to the rolling direction L of the aluminium alloy plate 1 which manufactured, it used the optical microscope, observed the ten visual fields of the range of board thickness x0.1mm by one 50 times the scale factor of this, and measured the average of [rt] in the direction t of board thickness of this cross section A. furthermore, the ratio

of the diameter of crystal grain in the rolling direction L of this cross section A, and the diameter of crystal grain in the direction t of board thickness -- the average of [rl]/[rt] was measured. The diameter of crystal grain of this aluminium alloy **** [rt] and diameter ratio [rl]of crystal grain/[rt] are shown in Table 2.

[0031] About press-forming nature, the aluminium alloy plate (blank) before performing above-mentioned artificial-aging processing in which a diameter is 220mm was used, the diameter extracted by 100mm with the cylinder punch which is 10mm, set height to 22mm, and the punch radius performed the shaping trial, and evaluated press-forming nature. About evaluation of press-forming nature, that in which O, necking, or a crack generated what was able to be fabricated was made into x.

[0032] Collapse nature is a property which deforms without a crack arising in a member when shocking loads, such as a collision of an automobile, are added, and the member with good collapse nature is deforming in the shape of bellows, without a crack arising. That is, it is deforming into a gestalt which the member's folded up at about 180 degrees. Therefore, evaluation of collapse nature is possible by static 180-degree bending test.

[0033] 180-degree bending test whose bend radii are 2mm was performed, and this example estimated collapse nature. About evaluation of collapse nature, what a crack did not produce was made into O and what was fractured was made into x.

[0034] About proof stress, it is JIS. The tension test was performed based on Z2241, proof stress was searched for 0.2%, and this was made into proof stress. In addition, before performing evaluation and the tension test of collapse nature, it heat-treated on the conditions of 2 hours with the temperature of 190 degrees C to the test piece.

[0035] If attached to weldability, for every test specimen, 180A and a welding electrical potential difference performed 23V the condition for 85cm/, the speed of travel performed butt welding, and the welding current performed optical microscope observation of a weld zone cross section after that, investigated the existence of a micro fissure, and evaluated this. About evaluation of weldability, that from which the good joint without a micro fissure was obtained was made into O, and what the micro fissure generated was made into x. These results are shown in Table 3.

[0036]

[Table 1]

	合金	化学成分（質量％）					
	No.	Mg	Si	Mn	Fe	Ti	Al
実施例	1	0.6	0.6	0.2	0.2	0.02	Bal.
	2	0.6	0.8	0.2	0.2	0.02	Bal.
	3	0.8	0.4	0.3	0.2	0.02	Bal.
	4	0.4	0.6	0.2	0.2	0.02	Bal.
	5	0.8	0.8	0.1	0.2	0.02	Bal.
比較例	6	0.6	1.0	0.2	0.2	0.02	Bal.
	7	0.6	0.2	—	0.2	0.02	Bal.
	8	0.3	0.8	0.2	0.2	0.02	Bal.
	9	0.6	0.6	0.5	0.2	0.02	Bal.
	10	1.0	0.6	0.2	0.2	0.02	Bal.
	11	0.6	0.6	0.2	0.5	0.02	Bal.

[0037]

[Table 2]

	No.	合金 No.	冷間 圧延	結晶粒組織	
				[r ₀]の平均値 (μm)	[r ₁]/[r ₂] の平均値
実 施 例	1	1	無し	65	3.6
	2	2	無し	60	4.0
	3	3	無し	30	5.2
	4	4	無し	55	3.5
	5	5	無し	90	2.5
比 較 例	6	6	無し	65	3.0
	7	7	無し	150	1.7
	8	8	無し	55	2.8
	9	9	無し	20	7.5
	10	1	有り	40	1.5
	11	4	有り	45	1.3
	12	10	無し	85	2.8
	13	11	無し	40	6.0
	14	1	無し	145	1.8
	15	1	無し	60	2.8

[0038]

[Table 3]

	No.	評価結果			
		プレス 成形性	圧壊性	0.2%耐力 (MPa)	溶接性
実 施 例	1	○	○	270	○
	2	○	○	285	○
	3	○	○	255	○
	4	○	○	250	○
	5	○	○	290	○
比 較 例	6	○	×	280	×
	7	×	×	160	×
	8	×	○	175	○
	9	×	○	180	○
	10	○	×	265	○
	11	○	×	250	○
	12	×	×	250	○
	13	×	×	200	○
	14	○	×	250	○
	15	×	○	180	○

[0039] As shown in the above-mentioned table 3, each of a shaping trial, 180-degree bending tests, 0.2% proof stress, and weldability is good results, and example No.1 in the range of this invention thru/or 5 were able to obtain the outstanding press-forming nature, collapse nature, reinforcement, and weldability.

[0040] On the other hand, since the content of Si was over the upper limit of this invention, the crack arose in 180-degree bending test, and example No. of comparison 6 were inferior in collapse nature. Moreover, weldability was inferior.

[0041] Since the content of Si was under the lower limit of this invention, 0.2% proof stress is low and example No. of comparison 7 had inadequate reinforcement. Moreover, since the average of $[rt]$ was over the upper limit of this invention, the crack arose in 180-degree bending test, and collapse nature was inferior. Furthermore, since the average of $[rl]/[rt]$ was under a lower limit of this invention, collapse nature was inferior. Furthermore, weldability was inferior again.

[0042] Since the content of Mg was under the lower limit of this invention, 0.2% proof stress is low and example No. of comparison 8 had inadequate reinforcement. Moreover, press-forming nature was also inferior.

[0043] Since the content of Mn was over the upper limit of this invention, example No. of comparison 9 were inferior in press-forming nature.

[0044] Although example No. of comparison 10 had the presentation of an aluminium alloy plate, and the average of $[rt]$ within the limits of this invention, since the average of $[rl]/[rt]$ was under a lower limit of this invention, the crack arose in 180-degree bending test, and collapse nature was inferior.

[0045] Although example No. of comparison 11 had the presentation of an aluminium alloy plate, and the average of $[rt]$ within the limits of this invention, since the average of $[rl]/[rt]$ was under a lower limit of this invention, the crack arose in 180-degree bending test, and collapse nature was inferior.

[0046] Since the content of Mg was over the upper limit of this invention, the crack arose in 180-degree bending test, and example No. of comparison 12 were inferior in collapse nature. Moreover, press-forming nature was also inferior.

[0047] Since the content of Fe was over the upper limit of this invention, the crack arose in 180-degree bending test, and example No. of comparison 13 were inferior in collapse nature. Moreover, 0.2%, proof stress is low, reinforcement is inadequate, and press-forming nature was also inferior.

[0048] The average of $[rt]$ exceeded the upper limit of this invention, since the average of $[rl]/[rt]$ was under a lower limit of this invention, the crack arose in 180-degree bending test, and example No. of comparison 14 were inferior in collapse nature.

[0049] 0.2%, proof stress is low, and example No. of comparison 15 have inadequate reinforcement, and were inferior in press-forming nature.

[0050]

[Effect of the Invention] As explained in full detail above, in this invention, it has the suitable outstanding press-forming nature and the reinforcement for an automobile frame member by controlling the gestalt of an alloy presentation and crystal grain proper, and the aluminium alloy plate in which collapse nature was excellent especially can be obtained. Moreover, by using this aluminium alloy plate, it has the high reinforcement which is not in the former, and the automobile frame member excellent in collapse nature can be obtained.

[Translation done.]